

09/936638

09 AUG 2000

#8
PRKritV
4 14 17
DJS

EP 00/1347
ETU



Bescheinigung

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Die Continental Teves AG & Co oHG in Frankfurt am Main/Deutschland hat eine
Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zum Bestimmen von Kenngrößen"

am 14. März 2000 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt,
daß sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland
vom 17. März 1999, Aktenzeichen 199 11 788.8, in Anspruch nimmt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüngli-
chen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
B 60 T, G 01 N und G 01 M der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 30. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Dzierzon

Aktenzeichen: 100 11 801.1

Verfahren zum Bestimmen von Kenngrößen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen von Kenngrößen für die Viskosität und/oder Temperatur einer Bremsflüssigkeit eines Fahrzeugs.

Bekanntlich ist die Viskosität einer Bremsflüssigkeit oder Hydraulikflüssigkeit in hohem Maße temperaturabhängig. Die hohe Viskosität bei niedriger Flüssigkeitstemperatur, nämlich bei tiefer Temperatur z.B. unterhalb -10 Grad C, in der Startphase eines Kraftfahrzeugs, beeinträchtigt die Regelbarkeit des Bremsdruckes einer geregelten hydraulischen Bremsanlage. Problematisch ist, wenn Bremsflüssigkeit, beispielsweise im Rahmen einer Fahrstabilitätsregelfunktion, d.h. ohne Beeinflussung durch den Fahrer, besonders schnell von dem Bremsflüssigkeitsreservoir zu einer Radbremse verlagert werden soll. Bei sinkenden Temperaturen steigt die Viskosität der Bremsflüssigkeit überproportional an. Dies führt bei sehr niedrigen Temperaturen dazu, dass die Bremsflüssigkeit nicht schnell genug angesaugt werden kann, wobei noch hinzu kommt, dass mit steigender Viskosität der Druckverlust in der Rohrleitung zunimmt. Diese Hemmnisse führen zu einem verlangsamten Bremseneingriff. Bei einer Fahrstabilitätsregelung besteht allerdings die generelle Anforderung, einen schnellen Bremseneingriff zu bewirken. Zur Lösung des Problems wurden bereits Einrichtungen vorgeschlagen, die eine Hilfsdruckquelle bzw. eine Vorladepumpe vorsehen (WO 96/20102). Weil dies mit erheblichen Mehrkosten verbunden ist, nimmt man zunehmend von diesen Einrichtungen Abstand.

- 2 -

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Funktion einer hydraulischen Fahrzeug-Bremsanlage mit all ihren Teilfunktionen, wie Antiblockierfunktion, Antriebsschlupffunktion und Fahrstabilitätsfunktion bei allen, auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen mit geringem Aufwand zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Vorteilhaft wird das Verfahren bei einem fahrdynamischen Regelsystem eingesetzt, das dazu dient, den Fahrer eines Fahrzeugs bei kritischen Fahrsituationen zu unterstützen. Mit Fahrzeug ist in diesem Zusammenhang ein Kraftfahrzeug mit vier Rädern gemeint, welches mit einer hydraulischen Bremsanlage ausgerüstet ist. In der hydraulischen Bremsanlage kann mittels eines pedalbetätigten Hauptzylinders vom Fahrer ein Bremsdruck aufgebaut werden. Jedes Rad besitzt eine Bremse, welchem mindestens jeweils ein Einlassventil und ein Auslassventil zugeordnet ist. Über die Einlassventile stehen die Radbremsen mit dem Hauptzylinder in Verbindung, während die Auslassventile zu einem drucklosen Behälter bzw. Niederdruckspeicher führen. Schließlich ist noch eine Hilfsdruckquelle, in der Regel ein Motor-Pumpen-Aggregat, vorhanden, welche auch unabhängig von der Stellung des Bremspedals einen Druck in den Radbremsen aufzubauen vermag. Die Einlass- und Auslassventile sind zur Druckregelung in den Radbremsen elektromagnetisch betätigbar. Zur Erfassung von fahrdynamischen Zuständen sind vier Drehzahlsensoren, pro Rad einer, ein Giergeschwindigkeitssensor, ein Querschleunigungssensor, ein Lenkwinkelsensor und mindestens ein

Drucksensor für den vom Bremspedal mittelbar oder unmittelbar erzeugten Bremsdruck vorhanden. Ein elektronisches Regelsystem, das üblicherweise zusammen mit einem die Ventile und Pumpe aufnehmenden Hydraulikblock eine Baueinheit bildet und an dessen einen Seite der Pumpenmotor angeordnet ist, regelt die fahrdynamischen Fahrzustände des Fahrzeugs bei instabiler Fahrt. Die Funktion der Fahrstabilitätsregelung besteht also darin, innerhalb der physikalischen Grenzen in kritischen Situationen dem Fahrzeug das vom Fahrer gewünschte Fahrzeugverhalten zu verleihen.

Bei ESP-Regelsystemen (ESP = elektronisches Stabilitätsprogramm) wird aus der ermittelten Instabilität des Fahrzeugs eine radindividuelle Druckanforderung berechnet, die notwendig ist, um das Fahrzeug wieder auf den vom Fahrer gewünschten Kurs zu bringen. Dabei sorgt eine Giermomentenregelung für stabile Fahrzustände beim Durchfahren einer Kurvenbahn. Zur Giermomentenregelung kann auf unterschiedliche Fahrzeug-Referenzmodelle zurückgegriffen werden, beispielsweise auf das Einspur-Modell. Bei den ESP-Regelsystemen werden stets Eingangsgrößen, welche aus dem vom Fahrer gewünschten Weg resultieren (beispielsweise dem Lenkradwinkel, der Geschwindigkeit u.dgl.) der Fahrzeug-Modellschaltung zugeführt, welche aus diesen Eingangsgrößen und für das Fahrverhalten des Fahrzeugs charakteristischen Parametern aber auch durch Eigenschaften der Umgebung vorgegebene Größen (Reibwert der Fahrbahn, Fahrbahnneigung) ein Soll-Wert für die Gierrate bestimmt, die mit der gemessenen tatsächlichen Gierrate verglichen wird. Die Gierratendifferenz wird mittels eines sog. Giermomentenreglers - oder genauer - einem Giermoment-Regelgesetz, in ein Giermoment umgerechnet, welches die Eingangsgröße einer Verteilungslogik bildet. Die Verteilungslogik selbst bestimmt in Abhängigkeit von einem Bremsdruckmodell, den an den einzelnen Radbremsen aufzubringenden

Bremsdruck. Die Ansteuerung der Ein- und Auslassventile erfolgt dabei über eine Drucksteuerung, die in Abhängigkeit von der im Druckmodell nachgebildeten realen Druckaufbau- und Druckabbaucharakteristik in den Radbremsen, Druckgrößen in Ventilschaltssignale umrechnet. Das Druckmodell empfängt hierzu benötigte Eingangsgrößen und bildet daraus sowie nach Maßgabe von Systemparametern den in der Bremse herrschenden Druck nach. Insbesondere kann das Druckmodell die Steuersignale empfangen, die den Bremsdruck an der jeweils betrachteten Bremse beeinflussen, also beispielsweise Signale für die Einlassventile, die Auslassventile, für die Hydraulikpumpe oder ähnliches. Aus diesen Signalen sowie aus Systemparametern (beispielsweise Leitungsquerschnitte, Schaltcharakteristika usw.) kann das Druckmodell den Druck in den Radbremsen parallel zum Aufbau des Raddrucks nachbilden, so dass durch Ausgabe des so anhand des Druckmodells ermittelten Drucks der Regelkreis geschlossen werden kann.

Eine Schwierigkeit bestehender Systeme liegt darin, den Einfluss schwankender Temperaturen zu berücksichtigen. Bei niedrigen Temperaturen sinkt die Viskosität der Bremsflüssigkeit. Damit ändert sich eine in das Druckmodell bei der Nachbildung des Raddrucks eingehende Eingangsgröße, die Pumpenförderleistung bzw. das Fördervolumen, die bzw. das sich in Abhängigkeit von der temperaturabhängigen Viskosität der Bremsflüssigkeit erhöht oder verringert.

Um Abweichungen zwischen dem im Druckmodell nachgebildeten Raddruck und dem tatsächlichen Raddruck zu vermeiden, wäre eine Anpassung der im Druckmodell abgelegten bzw. der dem Druckmodell zur Verfügung gestellten Parameter, insbesondere des Pumpenfördervolumens, wünschenswert.

Eine erste erfindungsgemäße Ausbildung schlägt daher ein Verfahren zum Bestimmen von Kenngrößen für die Viskosität

und/oder Temperatur einer Bremsflüssigkeit eines Fahrzeugs über einen zeitlich vorgegebenen begrenzten Druckaufbau in mindestens einem definierten Abschnitt eines Bremskreises und ein Erfassen eines Drucks in dem Abschnitt und/oder einer Zeit, die für den Aufbau des einen Druckes benötigt wird, vor. Zum Druckaufbau des Messdruckes wird das Umschaltventil geöffnet und das Einlassventil geschlossen. Über die Ansteuerung der Pumpe wird Druckmittel von dem Hauptzylinder in die Bremsleitung gefördert. Das Trennventil ist während der Druckmittelförderung geschlossen. Erfindungsgemäß wird nach einer vorgegebenen Zeitspanne das Trennventil geöffnet und der durch den Druckaufbau erzeugte Messdruck (Druckimpuls) zwischen dem Einlassventil, welches geschlossen ist, und dem Hauptzylinder erzeugt. Da das in dem Messabschnitt angeordnete Trennventil während der Erfassung des Druckes geöffnet ist, kann ein zwischen dem Umschaltventil und dem Trennventil in der Bremsleitung vor dem Hauptbremszylinder angeordneter Drucksensor den temperaturabhängigen Messdruck erfassen. Der aus dem Staudruck ermittelte Temperaturwert der Bremsflüssigkeit wird dem Druckmodell als Eingangsgröße für die Nachbildung der tatsächlichen Bremsdrücke zugeführt. Die Kenngrößen für die Viskosität bzw. Temperatur können dabei aus dem zeitlichen Verlauf und/oder der Höhe des gemessenen Druckes in dem definierten Abschnitt des Bremskreises bestimmt werden.

Mittels der dem Bremsdruckmodell zur Verfügung gestellten Kenngrößen werden im Druckmodell berechnete oder eingegebene bzw. abgelegte Parameter, wie z.B. die Pumpenförderleistung sowie von den Parametern abgeleitete Werte, wie z.B. Ventilschaltzeiten entsprechend der bestimmten Kenngrößen für die Viskosität bzw. Temperatur der Bremsflüssigkeit modifiziert oder korrigiert. In Abhängigkeit von den aus den Messdruckwerten abgeleiteten Temperaturwerten wird die im Druckmodell

abgelegte Pumpenförderleistung korrigiert und damit die Druckaufbau- und Druckabbaukurven modifiziert, mittels denen die tatsächlichen Raddrücke nachgebildet werden. In Folge der veränderten Druckaufbau- und Druckabbaukurven des Druckmodells werden bei höherer Viskosität der Bremsflüssigkeit, insbesondere unterhalb einer Temperatur von -10°C , beispielsweise bei -15°C , die Ventile der Bremsanlage beim Bremsdruckaufbau z.B. länger angesteuert. Damit erreicht der tatsächliche Raddruck den von der Fahrdynamikregelung angeforderten Bremsdruck zeitlich früher.

Nach einer weiteren Ausbildung des Verfahrens wird die Zeit bis zum Beginn eines Druckanstiegs bzw. bis zum Erreichen eines Grenzwertes ermittelt, die ab dem Messdruckaufbau vergeht und in Abhängigkeit von der ermittelten Zeitspanne die Kenngröße für die Viskosität bzw. Temperatur bestimmt. Die Zeitermittlung kann dabei mit dem Schaltsignal des Trennventils ausgelöst werden. Dieser Ermittlung der Temperatur bzw. Viskosität der Bremsflüssigkeit über den zeitlichen Verlauf des Messdrucks liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit einer Bremsflüssigkeit bei Normaltemperatur (bis ca. -10°C Bremsflüssigkeitstemperatur) und damit niedriger Viskosität, der Messdruckaufbau zu einem früheren Zeitpunkt ermittelt werden kann, als bei tiefer Temperatur (ab ca. -10°C Bremsflüssigkeitstemperatur) und damit hoher Viskosität. Der Druckanstieg bei tiefer Temperatur findet also zu einem späteren Zeitpunkt statt als die Ermittlung des Messdrucks in einem vorgegebenen Normaltemperaturbereich. Dabei kann die ermittelte Zeitspanne ein direktes Maß für die Viskosität bzw. Temperatur der Bremsflüssigkeit sein oder über einen Vergleich mit in Tabellen oder Kennlinien abgelegten Größen bestimmt werden.

- 7 -

Nach einer weiteren Ausbildung wird der maximale Druck der Bremsflüssigkeit erfasst. Dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel liegt dabei die Überlegung zugrunde, dass der mit einem Bremsflüssigkeitsbehälter verbundene Hauptzylinder im Bremsflüssigkeitskreis einen Widerstand darstellt, vor dem sich ein Staudruck ausbildet und der bei tiefer Temperatur zu einem maximal höheren Bremsflüssigkeitsdruck in dem betrachteten Abschnitt des Bremskreises führt als bei geringerer Umgebungs- bzw. Außentemperatur und damit geringerer Viskosität der Bremsflüssigkeit.

Die Erfindung schlägt weiterhin vor, den Druckverlauf über der Zeit zu erfassen oder die Zeit bis zum Beginn des Druckanstieges (wie vorstehend beschrieben) und den maximalen Druck (wie vorstehend beschrieben) bzw. den Druckverlauf nach Einschalten der die Bremsflüssigkeit fördernden Pumpe oder dem Öffnen des Trennventils zu erfassen und in Abhängigkeit von vorher im Bremsdruckmodell abgelegten Grenzwerten bzw. Grenzwertkurven oder Tabellen bzw. Kennlinien oder Modellen die Kenngrößen für die Viskosität oder Temperatur der Bremsflüssigkeit zu bestimmen.

Zur Bestimmung von Kenngrößen für die Viskosität oder Temperatur der Bremsflüssigkeit wird vorgeschlagen, dass man insbesondere kurz nach dem Start des Fahrzeugs das Umschaltventil öffnet, das bzw. die Einlassventil(e) schliesst und die Pumpe für eine vorgegebene kurze Zeit aktiviert, das Umschaltventil der Radbremsen dann schließt, das Trennventil öffnet und die Signale des unmittelbar vor dem Hauptzylinder in der Bremsleitung angeordneten Drucksensors in dem Regelsystem auswertet. Die aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Druckwerte gebildeten Kenngrößen werden in einer Auswerteeinheit des Fahrdynamikreglers, die Bestandteil des Bremsdruckmodells sein kann, abgelegt und dienen zur Modifi-

kation der im Druckmodell abgelegten Pumpenförderleistung.

Selbstverständlich kann auch nur der zeitliche Verlauf oder der Druckverlauf in dem betrachteten Abschnitt für die Bestimmung von Kenngrößen herangezogen werden, wobei der jeweils andere Parameter Plausibilitätsbetrachtungen zugrunde gelegt wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Schaltung zur Bestimmung der Kenngrößen

Fig. 2a ein Motorspannungs-/Zeit-Diagramm

Fig. 2b ein Druck-/Temperatur-Diagramm.

Fig. 3 die Abhängigkeit der Pumpenförderleistung von der Temperatur der Bremsflüssigkeit

Zur Bestimmung von Kenngrößen für die Viskosität oder Temperatur der Bremsflüssigkeit wird vorgeschlagen, dass man insbesondere kurz nach dem Start des Fahrzeugs das Umschaltventil 17 öffnet, das Einlassventil 11 schliesst und die Pumpe 10 für eine vorgegebene kurze Zeit aktiviert und Druckmittel aus dem Hauptzylinder 12 in die Bremsleitung fördert. Zum Ermitteln des Messdruckes wird das Umschaltventil 17 geschlossen und das Trennventil 16 geöffnet und die Signale des unmittelbar vor dem Hauptzylinder 12 in der Bremsleitung angeordneten Drucksensors 13 in dem elektronischen Regelsystem 14 ausgewertet. Die in Fig. 1 dargestellte hydraulische

Schaltung bildet einen Teilbereich eines bekannten Bremskreises ab, in dem der Bremskraftverstärker mit 15, das Trennventil mit 16 und das Umschaltventil mit 17 bezeichnet ist. Ein bekannter Bremskreis ist in der DE 196 48 596 dargestellt, der Bestandteil der vorliegenden Beschreibung ist. Figuren 2a und 2b zeigen den zeitlichen Verlauf (Fig. 2b) der Bremsflüssigkeit in Abhängigkeit von dem Motorspannungspuls. Wie die Druckkurven der Fig. 2b zeigen, ergeben sich bei Ansteuerung des Motors der Pumpe 10 mittels eines Impulses 20 Abhängigkeiten von der Temperatur oder Viskosität im Druckverlauf des mit dem Drucksensor 13 gemessenen Messdruckes im definierten Abschnitt des Bremskreises, der zwischen geschlossenem Einlassventil 13, offenem Trennventil 16, geschlossenem Umschaltventil 17 und Hauptzylinder gebildet ist. Die Druckkurve 18 repräsentiert einen Druckverlauf bei tiefen Temperaturen, die Druckkurve 19 bei normalen Temperaturen. Der Zeitpunkt des Druckaufbaus liegt bei tiefen Temperaturen später, zum Zeitpunkt T1, und führt zu einem größeren maximalen Staudruck P1. Bei Temperaturen bis -10 Grad liegt der Zeitpunkt des Druckaufbaus früher, nämlich zum Zeitpunkt T0 und führt zu einem geringeren maximalen Staudruck P0. Über den zeitlichen Verlauf und/oder die Höhe des gemessenen Druckwertes werden Kenngrößen gebildet, die die Temperatur der Bremsflüssigkeit wiedergeben. Diese Kenngrößen werden in dem Druckmodell abgelegt und dienen zur Modifikation der im Druckmodell gebildeten Druckaufbau- oder Druckabbaukennlinien über die Modifikation der Pumpenförderleistung. Die in dem Druckmodell des Reglers 14 abgelegte Pumpenförderleistung kann in Abhängigkeit von der über den Messdruck ermittelten Temperatur der Bremsflüssigkeit oder von einem Temperatur-Schwellenwert unter Einbeziehung von Korrekturfaktoren modifiziert werden. Figur 3 zeigt den Zusammenhang der von der Temperatur der Bremsflüssigkeit und damit der Viskosität beeinflussten Pumpenförderleistung.

Fällt die Temperatur der Bremsflüssigkeit unter -10°C , nimmt die Leistung der Pumpe nahezu proportional zur Temperatur ab. Selbstverständlich kann das Verfahren auch bei anderen, z.B. nichtlinearen Abhängigkeiten zwischen Pumpenförderleistung und Temperatur der Bremsflüssigkeit eingesetzt werden.

Der im Druckmodell nachgebildete Raddruck wird an den tatsächlich in den Radbremsen eingesteuerten Bremsdruck über beispielsweise die Veränderungen von Ventilschaltsignalen angepasst.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen von Kenngrößen für die Viskosität und/oder Temperatur einer Bremsflüssigkeit eines Fahrzeugs über einen vorgegebenen zeitlich begrenzten Druckaufbau in mindestens einem definierten Abschnitt eines Bremskreises und Erfassen eines Drucks in dem Abschnitt und/oder einer Zeit, die für den Aufbau des einen Druckes benötigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeit bis zum Beginn des Druckanstiegs ab dem Druckaufbau über erfasste Druckwerte und/ oder Schaltsignale, die einen Druckaufbau auslösen, ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der maximale Druck ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckverlauf über der Zeit ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckverlauf oder eine Druckgröße nach Einschalten einer die Bremsflüssigkeit fördernden Pumpe oder Öffnen eines Ventils ermittelt wird.
6. Verfahren zur Regelung der Fahrstabilität eines Fahrzeugs, bei der die im wesentlichen durch die gewünschte Fahrbahn bestimmten Eingangsgrößen (Lenkwinkel Δ , Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit v_{Ref}) aufgrund eines durch Rechengrößen festgelegten Fahrzeugmodells in den Sollwert einer Gierwinkelgröße umgerechnet und diese mit dem

Fig. 3

